

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

DEMONSTRÁTOR PRO NÁMOŘNÍ ORIENTACI

PRACTICAL DEMONSTRATOR FOR MARITIME NAVIGATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Aleš Michálek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Pavel Mašek, Ph.D.

BRNO 2021

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Telekomunikační a informační systémy**

Ústav telekomunikací

Student: Aleš Michálek

ID: 211265

Ročník: 3

Akademický rok: 2020/21

NÁZEV TÉMATU:

Demonstrátor pro námořní orientaci

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem bakalářské práce je konstrukce demonstrátoru skládajícího se z různých typů námořních bójí, které indikují stavy podle daných námořních pravidel s ohledem na námořní orientaci. V teoretické části práce bude proveden popis problematiky fyzického vzhledu bójí, normování barev světla a těla bójí, definice intenzity světla a popis informací o mlhových signálech. Také bude diskutována problematika světelné signalizace podle rytmu světla. Cílem praktické části je vývoj miniaturizovaného HW na vhodné platformě pro umístění do modelu bójk a naprogramování základního chování bójk – indikace podle definovaných námořních pravidel. Bójka bude složená z modelu vytisknutého na 3D tiskárně, LED diod, baterie, vypínače a řídicí elektroniky s využitím vybraného mikrokontroleru. Dosažené výsledky budou přehledně prezentovány.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] Tim Bartlett, COLREG, komentovaná pravidla, 2018, FP Publishing, 80 str, 978-80-87383-68-1.

[2] Oldřich Straka, Navigace, 113 str, STRAKA Yacht Services.

Termín zadání: 1.2.2021

Termín odevzdání: 31.5.2021

Vedoucí práce: Ing. Pavel Mašek, Ph.D.

Konzultant: Ing. Dominik Harman (SeaTime.cz)

prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o problematice námořních bójí a jejich typech. V teoretické části se pojednává o historii, fyzické konstrukci bójí, jednotlivých typech barev a rytmu světél. V druhé, praktické části je posán proces vytváření 3D modelu bóje, miniaturizovaného HW pro elektrifikaci modelu bóje a programování kódu pro daný mikrokontrolér. V závěru je nastíněna možnost dalších možností rozšíření.

KLÍČOVÁ SLOVA

Arduino, bóje, IoT, kardinální znaky, laterální znaky, modelování, moře, námořní bezpečnost, plavba, 3D tisk

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the issue of naval buoys and their types. The theoretical part is about the history, physical construction of buoys, different types of colors, and the rhythm of lights. In the second, practical part is described the process of creating a 3D model of a buoy, miniaturized HW for electrifying the buoy model, and programming the code for a given microcontroller. In the end, the possibility of further expansion options is outlined.

KEYWORDS

Arduino, buoy, cardinal marks, IoT, lateral marks, maritime safety, sea, sailing, 3D modeling, 3D print

MICHÁLEK, Aleš. *Demonstrátor pro námořní orientaci*. Brno, 2021, 39 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací. Vedoucí práce: Ing. Pavel Mašek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Demonstrátor pro námořní orientaci“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Pavlu Maškovi Ph.D. a Ing. Dominiku Harmanovi za odborné vedení, konzultace, a podnětné návrhy k práci.

Obsah

Úvod	10
1 Historie a rozdělení námořní orientace	11
1.1 Historie	11
1.2 Rozdělení a definice	12
1.2.1 Konstrukce bójí	12
1.2.2 Definice barev bójí	12
1.2.3 Definice intenzity světla	13
1.2.4 Mlhové signály	14
2 Druhy světelné signalizace	15
2.1 Fixní světlo (Fixed light)	15
2.2 Přerušované světlo (Occulting Light)	15
2.2.1 Samostatné přerušované světlo (Single-occulting light)	15
2.2.2 Skupinové přerušované světlo (Group-Occulting light)	16
2.2.3 Složené přerušované světlo (Composite group-occulting light)	16
2.3 Izofázové světlo (Isophase Light)	16
2.4 Blikající světlo (Flashing light)	17
2.4.1 Samostatné blikající světlo (Single flashing light)	17
2.4.2 Dlouhé blikající světlo (Long flashing light)	17
2.4.3 Skupinové blikající světlo (Group flashing light)	17
2.4.4 Skupinové složené blikající světlo (Composite group-flashing light)	18
2.5 Rychle blikající světlo (Quick light)	18
2.5.1 Stálé rychle blikající světlo (Quick Light)	18
2.5.2 Skupinové rychle blikající světlo (Group quick light)	19
2.6 Velmi rychle blikající světlo (Very quick light)	19
2.7 Ultra rychle blikající světlo (Ultra quick light)	20
2.8 Světlo s Morseovou abecedou (Morse code light)	20
2.9 Stálé světlo se záblesky s vyšší intenzitou (Fixed and flashing light)	21
2.10 Kombinované světlo (Alternating Light)	21
2.11 Přerušované kombinované světlo (Occulting alternating light)	21
3 Druhy bójí	23
3.1 Laterální znaky	23
3.2 Výstražné bóje	24
3.2.1 Kardinální znaky	24

3.2.2	Izolované nebezpečí	26
3.2.3	Bezpečné vody	26
3.3	Speciální znaky	28
3.4	List of lights	28
3.5	Mapy	29
4	3D model bójí kardinálních znaků	30
4.1	Modelářská část	30
4.2	Elektrotechnická část	30
4.3	Programová část	31
4.4	Možnosti rozšíření	32
4.4.1	Mikrokontrolér Node MCU	33
4.4.2	Arduino Nano s rozšiřující deskou NRF24L01	33
4.5	Rozšíření s Node MCU ESP8266	34
4.5.1	Aplikace Blynk	35
	Závěr	36
	Literatura	37
5	Obsah elektronické přílohy	39

Seznam obrázků

1.1	Diagram barev	13
2.1	Diagram fixního světla	15
2.2	Diagram samostatně přerušovaného světla	15
2.3	Diagram skupinově přerušovaného světla	16
2.4	Diagram složeného přerušovaného světla	16
2.5	Diagram izofázového světla	16
2.6	Diagram samostatně blikajícího světla	17
2.7	Diagram dlouhého blikajícího světla	17
2.8	Diagram skupinově blikajícího světla	18
2.9	Diagram skupinově složeného blikajícího světla	18
2.10	Diagram stálého rychlého světla	18
2.11	Diagram skupinového rychlého světla 1	19
2.12	Diagram skupinového rychlého světla 2	19
2.13	Diagram skupinového rychlého světla 3	19
2.14	Diagram stálého velmi rychlého světla	19
2.15	Diagram skupinového velmi rychlého světla 1	20
2.16	Diagram skupinového velmi rychlého světla 2	20
2.17	Diagram skupinového velmi rychlého světla 3	20
2.18	Diagram stálého ultra rychlého světla	20
2.19	Diagram písmene A	21
2.20	Diagram stálého světla se záblesky	21
2.21	Diagram kombinovaného světla	21
2.22	Diagram přerušovaného kombinovaného světla	22
3.1	Laterální znaky	23
3.2	Severní kardinální znak	24
3.3	Diagram severního kardinálního znaku pro quick a very quick	24
3.4	Jižní kardinální znak	25
3.5	Diagram jižního kardinálního znaku pro quick a very quick	25
3.6	Východní kardinální znak	25
3.7	Diagram východního kardinálního znaku pro quick a very quick	25
3.8	Západní kardinální znak	26
3.9	Diagram západního kardinálního znaku pro quick a very quick	26
3.10	Znak izolovaného nebezpečí	27
3.11	Diagram izolovaného nebezpečí	27
3.12	Bezpečné vody	27
3.13	Diagram bezpečných vod	27
3.14	Speciální znaky	28

4.1	Prototyp první verze vymodelované bóje	31
4.2	Schéma zapojení	32
4.3	Vývojový diagram programového kódu pro rozšíření	34
4.4	Aplikace Blynk	35

Úvod

Bakalářská práce má za cíl přiblížit problematiku námořních navigačních bójí běžnému uživateli. Za tímto účelem se v první části pojednává o typech světelné signalizace pro noční námořní orientaci. V druhé části teoretického popisu se pak rozebírá problematika fyzických bójí, jejich barevných značení pro denní orientaci a specifických znacích každé bóje.

Výstupem praktické části bakalářské práce jsou funkční modely bójí, které budou sloužit při výuce nových kapitánů námořních plavidel. V rámci vývoje 3D modelů bylo vytvořeno více variant bójí. Také byl vytištěn jeden prototyp, který byl později přemodelován. Novější verze modelů reflektovaly nedostatky předchozích verzí. Především se jednalo o zvýšení stability a odolnosti celé bóje a snížení množství filamentu potřebného pro 3D tisk a tím ušetření tiskového času.

Elektrifikace bóje spočívá v umístění mikrokontroléru Arduino Nano a baterie do podstavy bóje. Tento mikrokontrolér řídí LED diody umístěné na vrcholu bóje. Díky osvětlení bójí vznikne plně funkční a věrný model používaných bójí. S pomocí více modelů pak lze simulovat situace, které by při plavbě mohly nastat. Každá bóje má na sobě umístěny přepínače pro sepnutí elektroniky bóje a pro přepnutí operačního módu. Těmito ovládacími prvky se řídí celý provoz dané bóje.

Řízení bóje lze použitím dalších prvků přeměnit na bezdrátové. Lze tak hromadně přepínat módy více bójí stiskem jednoho tlačítka. V rámci bakalářské práce byly vytvořeny programy pro mikrokontrolér Arduino Nano, který je použit pro lokální řízení a pro mikrokontrolér Node MCU ESP8266, který s použitím externího WiFi routeru a aplikace pro mobilní zařízení Blynk dokáže hromadně řídit elektroniku bójí.

1 Historie a rozdělení námořní orientace

Pravidla pro námořní orientaci, tak jak je známe dnes prošla dlouhým vývojem. I přes snahy o sjednocení se stále setkáváme se dvěma systémy, které si navzájem odporují.

1.1 Historie

Před rokem 1976 existovalo celosvětově více než třicet rozdílných systémů bójí a mnoho těchto systémů mělo pravidla pro barevné, tvarové a světelné značení v naprostém konfliktu s jiným systémem. Na konci 19. století při prvním zavedení bójí nastaly neshody, jak označovat levoboční a pravoboční části plavební dráhy. Některé státy používaly červenou bójí a světlo pro označení levoboku, jiné pro pravobok.

Další oblastí, kde nepanovala shoda bylo označování cesty do přístavu. Některé státy preferovaly použití okolo nebezpečných úseků laterálních znaků, jiné zase kardinálních. V roce 1936 proběhl v Ženevě summit, při kterém došlo téměř k nejbližší shodě na použití bójí. Dohoda nerozhodla o použití kardinálních, nebo laterálních znaků, ale rozdělila tyto značky na dva systémy. Zároveň ustanovila červenou barvu jako levoboční a zelenou jako barvu pro označování vraků. Tato dohoda však kvůli vypuknutí druhé světové války nevstoupila v platnost. [13]

Po druhé světové válce bylo mnoho navigačních znaků na moři zničeno a začal urychlený proces obnovy. Protože nebyla žádná lepší pravidla, než ta, která byla dohodnuta před válkou v Ženevě, začaly státy aplikovat tato pravidla. Některé státy aplikovaly tato pravidla beze změn, jiné si pravidla přizpůsobila ke svým potřebám. To znovu vedlo k protichůdným pravidlům obzvláště na severozápadě Evropy. [13]

V roce 1957 byla zřízena mezinárodní asociace IALA (International Association of Lighthouse Authorities). Tato asociace měla za úkol naplnit cíle konferencí o sjednocení pravidel, které se konaly už od roku 1929. Pokusy o sjednocení neměly velký úspěch. Série katastrofických srážek v Calaiské úžině (mezi Francií a Velkou Británií) byla novým impulsem pro vytvoření jasného a srozumitelného systému značení. Hlavními problémy byla cena, proto byl požadavek pro co největší zachování stávajících zařízení. Mezi další úkoly patřilo rozhodnutí, jak budou barvy zelená a červená využity při značení plavebního kanálu a rozhodnutí, jak kombinovat laterální a kardinální znaky.

Jako řešení rozdílu v označení bylo nutné definovat dva systémy, kdy jeden používá červenou na levoboku a druhý na pravoboku. Tyto systémy pak byly označeny A a B. Pravidla pro systém A zahrnující jak kardinální, tak laterální znaky byla schválena v roce 1977 a následně se rozšířila po Evropě, Austrálii, Novém Zélandu, Africe, Perského zálivu a některých asijských zemí.

Na začátku roku 1980 byla dokončena pravidla pro systém IALA B. Tato pravidla byla určena pro Ameriku, Japonsko, Koreu a Filipíny. Tato pravidla jsou si tak podobná, že nakonec byla zkombinována do pravidel jedné. Rozdílem zůstává barevné značení levoboku a pravoboku. Později v roce 1980 byla tato pravidla schválena včetně přesného rozdělení světa na regiony A a B. V roce 2010 byla tato pravidla revidována a dostala dílčí změny. Došlo k sjednocení rytmů světelné signalizace na laterálních bójích, zahrnutí nových značek, jako je bóje pro nouzové označení vraků, integraci rádiových značek a další. Obecně tyto změny reflektují vývoj satelitní navigace a celkovou elektronizaci navigačních systémů. [13]

1.2 Rozdělení a definice

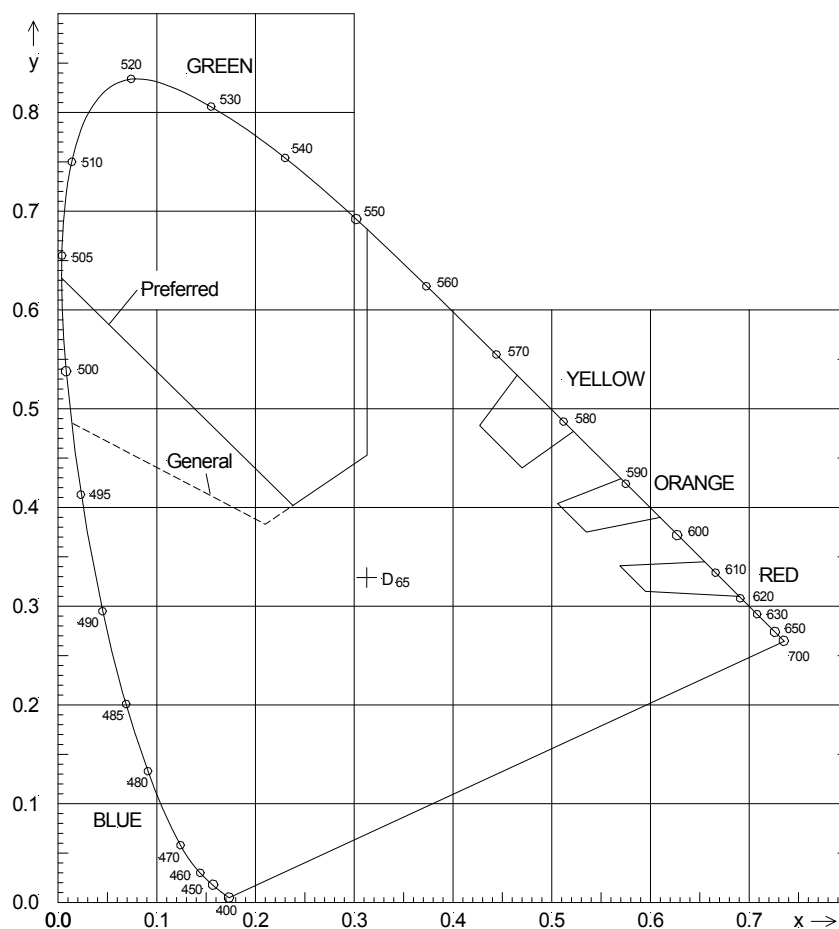
Světové námořní vody jsou rozdělené na dva mezinárodně uznávané systémy značení. Autoritou pro určování námořních znaků je mezinárodní organizace IALA. Jedná se o systémy IALA - A a IALA - B. V Evropě je používán systém IALA - A a proto se v této práci uvažuje pouze tento systém. Hlavním rozdílem mezi IALA - A a IALA - B je v barvě bójí pro značení levé a pravé strany plavební dráhy. V systému IALA - A je levá strana označována červenou barvou, pravá pak zelenou. Systém IALA - B má tyto bary obráceně. Levá strana zelenou, pravá červenou.

1.2.1 Konstrukce bójí

Fyzická podoba bójí není přesně definována. Je zapotřebí velikost bóje přizpůsobit individuální situaci. Lze se tak setkat s bójemi postavenými pevně na zemi, plovoucími, betonovými i kovovými. Jejich výška může dosahovat i 12 metrů a váha až 140 tun. Můžeme se však setkat i s bójemi podstatně menšími a nižšími. [16]

1.2.2 Definice barev bójí

Každá barva používaná v navigaci je přesně specifikována dle normalizovaného diagramu CIE XYZ z roku 1931 (Commission internationale de l'éclairage). Každá barva je definována čtyřmi body, které tvoří výseč diagramu a tím i toleranci barevné odchylky. Bílá barva má teplotu 6500 Kelvinů. Norma také stanovuje minimální faktor jasů na 0,25. [9]



Obr. 1.1: CIE diagram barev [9]

1.2.3 Definice intenzity světla

Norma R0202 udává mezinárodní doporučení ohledně intenzity daného světla. [10] Výpočty svítivosti jednotlivých světél jsou založené na Allardově zákoně. Vzorec pro výpočet je pak:

$$I = E_r * D^2 * 0,005^{-D/V}$$

kde:

- $I[cd]$ je intenzita světelného zdroje v kandelách.
- $E_r[lx]$ je požadované osvětlení oka pozorovatele v luxech.
- $D[m]$ je vzdálenost mezi světlem a pozorovatelem v metrech.
- $V[m]$ je meteorologická dohlednost v metrech.

Normovaný dosah pro námořní světlo se počítá při viditelnosti 10 námořních mil (18 520 m) a pro osvit oka pozorovatele $2 * 10^{-2}$ [lx] v noci a $1 * 10^{-3}$ [lx] přes den.

Nominální dosah dané bóje by měl být publikován v knize „List of lights” [15], která obsahuje informace o všech bójích a majácích v daném regionu. V této knize by mělo být uvedeno:

- Nominální dosah světla určeného pro navigaci v noci.
- Nominální dosah světla pro navigaci přes den, pokud je využito.
- Normogramy daného světla, které umožňují odhadnout vzdálenost od světla pro navigaci v noci.

1.2.4 Mlhové signály

Některé bóje jsou osazeny akustickými signály, umožňující identifikaci bóje za mlhy. Jedná se o zvony, gongy či píšťaly v případě kdy bóje plave. Tato akustická zařízení fungují na principu pohybu dané bóje ve vlnách. Sirény na stlačený vzduch nebo mechanicky poháněné gongy, které se vyskytují na pevných bójích a majácích mohou vydávat specifické zvuky, umožňující jejich přesnou identifikaci. Orientace podle zvuku je však nepředvídatelná. Nelze spolehlivě odhadnout vzdálenost a směr, odkud se zvuk šíří. Zároveň je nutné brát ohled na okolní obyvatelstvo. Proto výskyt akustických signálů nelze očekávat na osídleném pobřeží. [16]

2 Druhy světelné signalizace

Rytmus světelných signálů a tím i různé druhy signálů jsou definovány mezinárodní normou organizace IALA. Konkrétně norma E-110 rozlišuje druhy světelné signalizace námořních bójí, které jsou uvedeny v následujícím textu. [7]

2.1 Fixní světlo (Fixed light)

Světlo, které svítí neustále. Toto světlo může být jednoduše zaměněno za světlo z pobřeží, či jiné lodě. Kvůli nejednoznačnosti, zda se jedná o navigační světlo se fixní světelný signál nepoužívá. [7]



Obr. 2.1: Diagram fixního světla

2.2 Přerušované světlo (Occulting Light)

Světlo, jehož celková délka svitu je v periodě času jednoznačně delší, než celková délka tmy. Intervaly tmy jsou většinou stejně dlouhé. Přerušovaného světla existují dva typy. [7]

2.2.1 Samostatné přerušované světlo (Single-occulting light)

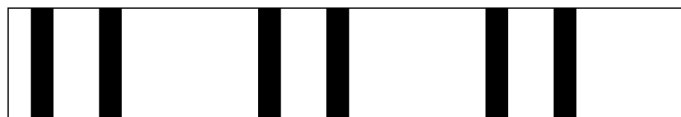
Světlo, které se skládá s části svitu, která je minimálně třikrát delší než část tmy a části tmy. Perioda tohoto světla je minimálně dvě sekundy. [7]



Obr. 2.2: Diagram samostatně přerušovaného světla

2.2.2 Skupinové přerušované světlo (Group-Occulting light)

Světlo, které se skládá ze sekvence svitů a tmy. Tato sekvence by neměla být delší než čtyři prvky. Pro skladbu světla platí následující podmínky: tma je stejně dlouhá, kratší světlo musí být minimálně délky tmy, delší světlo musí být minimálně délky třikrát kratší světlo. Nejkratší prvek světlo-tma musí být delší než jedna sekunda. [7]



Obr. 2.3: Diagram skupinově přerušovaného světla

2.2.3 Složené přerušované světlo (Composite group-occulting light)

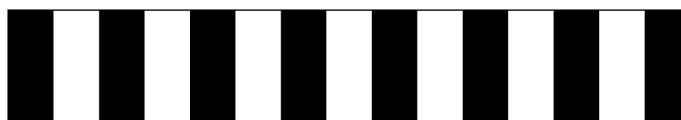
Světlo podobné skupinovému přerušovanému světlu, avšak sekvence tmy se není stejná, střídají se skupiny tmy. [7]



Obr. 2.4: Diagram složeného přerušovaného světla

2.3 Izofázové světlo (Isophase Light)

Doba svitu a tmy tohoto světla je stejná, přičemž maximální perioda je 12 sekund. Tedy šest sekund světlo, šest sekund tma. Nejkratší perioda jsou pak dvě sekundy. [7]



Obr. 2.5: Diagram izofázového světla

2.4 Blikající světlo (Flashing light)

Světlo, jehož doba záblesků je kratší, než je doba tmy. Všechny záblesky pak mají stejnou délku světla. [7]

2.4.1 Samostatné blikající světlo (Single flashing light)

Doba trvání tmy mezi dvěma záblesky by neměla být menší, než je trojnásobek doby záblesku. Celková perioda světla je pak větší než dvě sekundy. V případě, kdy je doba záblesku větší než dvě sekundy hovoříme o takzvaném dlouhém blýskavém světle. [7]



Obr. 2.6: Diagram samostatně blikajícího světla

2.4.2 Dlouhé blikající světlo (Long flashing light)

Světlo vycházejícího ze samostatného blikajícího světla, avšak doba svitu je delší než dvě sekundy. [7]



Obr. 2.7: Diagram dlouhého blikajícího světla

2.4.3 Skupinové blikající světlo (Group flashing light)

Světlo bliká ve skupinách, kdy doba tmy mezi záblesky ve skupině je jasně kratší, než doba tmy mezi jednotlivými skupinami. Délka všech záblesků ve skupině je stejná. Čas tmy ve skupině je taktéž stejný, přičemž je minimálně stejně dlouhý jako záblesk. Rychlost po sobě jdoucího záblesku a tmy ve skupině by měla být delší než jedna sekunda. Trvání tmy mezi jednotlivými skupinami je pak minimálně třikrát delší než trvání tmy ve skupině. V jedné skupině by mělo být do pěti záblesků. Výjimečné je pak použití šesti záblesků. [7]



Obr. 2.8: Diagram skupinově blikajícího světla

2.4.4 Skupinové složené blikající světlo (Composite group-flashing light)

Světlo velice podobné skupinovému světlu, avšak jednotlivé skupiny mají rozdílný počet záblesků. Nejčastěji se používá $2 + 1$ tedy dva záblesky, mezera, záblesk, dlouhá mezera. [7]



Obr. 2.9: Diagram skupinově složeného blikajícího světla

2.5 Rychle blikající světlo (Quick light)

Světlo, které bliká s frekvencí alespoň 60 záblesků za minutu. Toto světlo je jedno z nejčastěji využívaných pro námořní orientaci. Světla rychlosti quick využívají kardinalní znaky. [7]

2.5.1 Stálé rychle blikající světlo (Quick Light)

Světlo, které bliká neustále o frekvenci 60 záblesků za minutu. Použito pro severní kardinální znak. [7]



Obr. 2.10: Diagram stálého rychlého světla

2.5.2 Skupinové rychle blikající světlo (Group quick light)

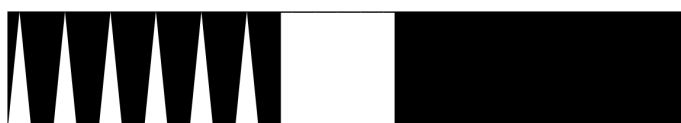
Světlo skládající se ze skupiny rychlých záblesků a tmy. Tyto skupiny by se měly skládat ze tří nebo devíti záblesků. Používá se primárně pro kardinální znaky. Dle sekvence pak lze určit o jaký kardinální znak se jedná. [7]



Obr. 2.11: Diagram skupinového rychlého světla 1



Obr. 2.12: Diagram skupinového rychlého světla 2



Obr. 2.13: Diagram skupinového rychlého světla 3

2.6 Velmi rychle blikající světlo (Very quick light)

Světlo, které bliká s frekvencí alespoň 120 záblesků za minutu. Může být konstantní i skupinové, tak jako rychle blikající světlo. [7]



Obr. 2.14: Diagram stálého velmi rychlého světla



Obr. 2.15: Diagram skupinového velmi rychlého světla 1



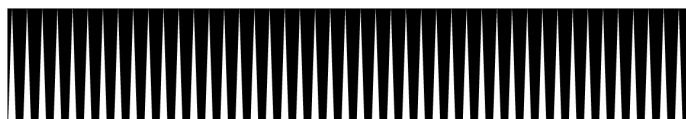
Obr. 2.16: Diagram skupinového velmi rychlého světla 2



Obr. 2.17: Diagram skupinového velmi rychlého světla 3

2.7 Ultra rychle blikající světlo (Ultra quick light)

Světlo, které bliká s frekvencí 240 záblesků za minutu. Bliká konstantě. Není příliš využíváno. [7]



Obr. 2.18: Diagram stálého ultra rychlého světla

2.8 Světlo s Morseovou abecedou (Morse code light)

Obecně by toto světlo mělo vysílat jen jedno písmeno. Maximálně pak písmena dvě. Doporučená délka tečky je 0,5 sekundy. Délka čárky je pak trojnásobkem délky tečky. Délka tmy mezi znaky je pak stejná jako délka tečky. Délka mezery mezi písmeny pak musí být výrazně delší než mezera mezi písmeny. Písmeno A vysílané bílým světlem značí bezpečné vody. Písmeno A vysílané žlutým světlem značí speciální znak. Na pobřeží se pak pro speciální znak používá písmeno U a bílé světlo. [7]



Obr. 2.19: Diagram písmene A

2.9 Stálé světlo se záblesky s vyšší intenzitou (Fixed and flashing light)

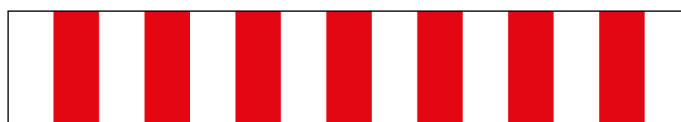
Světlo kombinující stálé světlo s nižší intenzitou a záblesky s vysokou intenzitou. Záblesky mohou být samostatné a nebo ve skupinách.[7]



Obr. 2.20: Diagram stálého světla se záblesky

2.10 Kombinované světlo (Alternating Light)

Světlo skládající se z různých barev, které svítí se stejnou periodou. Toto světlo nezhasíná, pouze mění barvy. [7]



Obr. 2.21: Diagram kombinovaného světla

2.11 Přerušované kombinované světlo (Occulting alternating light)

Světlo speciálně používané pro nouzové označení nových nebezpečí, která ještě nejsou zaznamenána v námořních mapách. Tato nebezpečí mohou být přechodná (pískové duny) a nebo trvalá (potopené lodě). Toto světlo kombinuje modrou a žlutou barvu. Délka záblesku je sekunda, následuje 0,5 sekundy tma a poté

sekunda světla druhé barvy. Toto světlo se používá výhradně ve spojení se stejnobarevnou bójí po dobu nezbytně nutnou. Tedy dokud nedojde k odstranění překážky a nebo zanesením překážky do map a označení jiným typem stálých bójí. [7]



Obr. 2.22: Diagram přerušovaného kombinovaného světla

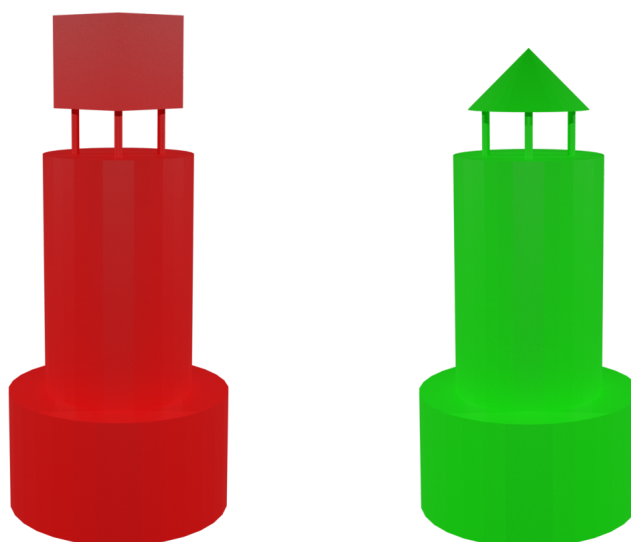
3 Druhy bójí

Bóje na moři můžeme řadit do různých kategorií podle jejich významu a používání. Základním členěním můžeme bóje rozdělit na navigační a výstražné.

3.1 Laterální znaky

Navigační bóje pomáhající při navigaci primárně při cestě z/do přístavu. Plavební kanály se značí ze směru od moře do přístavu. Nezastupitelnou roli mají bóje hlavně v noci, kdy je nízká viditelnost. Hlavními orientačními prvky pak je specifická barva bóje a světla, kterým bóje svítí. Zbarvení bóje je jednotné pro celý povrch bóje a tuto barvu ctí i světlo. Pro levý laterální znak je použita červená barva, pro pravý pak barva zelená. Vrcholovým znakem bóje, který taktéž ctí barvu bóje je pak krychle v případě levého kardinálního znaku nebo jehlan v případě pravého kardinálního znaku. Přesný rytmus světla není určen, je tedy možnost použít pro každý laterální znak jiný rytmus a tím bóje navzájem odlišit. Taktéž je možné bóje synchronizovat tak, aby byly rozsvěcovány v jeden moment. Další variantou je uspořádání rozsvěcení bójí v postupné sekvenci. Lze tedy i touto sekvencí upozorňovat na plavební dráhu. [6]

Laterální znaky je také možné číslovat vzestupnou řadou čísel. Lze tedy plavební dráhu přesně specifikovat. Toto číslování by mělo ctít směr plavby z moře do přístavu. Dále by měla být sudá čísla na červené bóji a lichá na zelené bóji. [13]



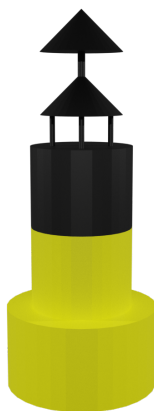
Obr. 3.1: Levý a pravý laterální znak

3.2 Výstražné bóje

Nejobsáhlejší skupinou jsou výstražné bóje upozorňující na nebezpečí v plavební dráze. Tyto bóje mají jako společný prvek bílé noční světlo. Toto světlo bliká v nepravidelných intervalech a díky tomuto kódu lze v noci a na dálku poznat, o jakou bóji se jedná. Přes den lze tyto bóje identifikovat díky svému zbarvení a vrcholovému znaku. [13]

3.2.1 Kardinální znaky

Kardinální znaky jsou bóje označující bezpečné vody kolem překážky. Tyto bóje lze využít kolem překážky vyčnívající z moře, mělčinu a nebo jimi ohraničit hranice zálivů. Existují 4 druhy těchto bójí. Každá je pojmenovaná dle světové strany a označuje na jakou světovou stranu od bóje jsou bezpečné vody. A tím je označeno, jakým směrem se má daná překážka obeplouvat. Vrcholovým znakem těchto bójí jsou 2 jehlany. Dle orientace těchto jehlanů je možné přes den zjistit světovou stranu pro bezpečnou plavbu. Dále mají tyto bóje své specifické zbarvení - černé a žluté horizontální pruhy. Kombinací těchto pruhů je také jednoznačně určena světová strana bezpečných vod. Lze si povšimnout souvislosti mezi zbarvením a vrcholovými znaky. Žlutá barva jakoby reprezentuje podstavu jehlanu a černá pak vrchol jehlanu. Jedná se o jedny z nejčastěji používaných bójí. Tyto bóje mohou ohraničovat nebezpečí ze všech čtyř světových stran nebo je možné použít pouze jednu bóji. [13]



Obr. 3.2: Severní kardinální znak [13]



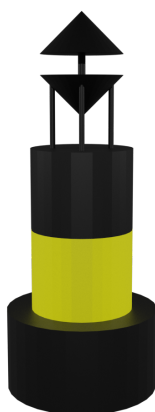
Obr. 3.3: Diagram severního kardinálního znaku pro „quick a very quick” [13]



Obr. 3.4: Jižní kardinální znak [13]



Obr. 3.5: Diagram jižního kardinálního znaku pro „quick a very quick” [13]



Obr. 3.6: Východní kardinální znak [13]



Obr. 3.7: Diagram východního kardinálního znaku pro „quick a very quick” [13]



Obr. 3.8: Západní kardinální znak [13]



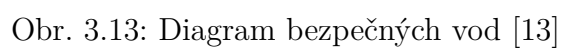
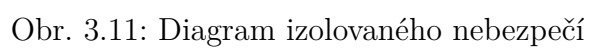
Obr. 3.9: Diagram západního kardinálního znaku pro „quick a very quick” [13]

3.2.2 Izolované nebezpečí

Bóje označující izolované nebezpečí se umísťuje do jinak bezpečných vod. Označuje malé izolované nebezpečí - například skály nebo vrak lodi. Kolem této bóje je možné proplout v jakémkoliv směru, při dodržení bezpečné vzdálenosti od bóje. Specifickými znaky bójký jsou jako vrcholový znak dvě nad sebou umístěné černé koule. Zbarvením je pak bóje černá s červenými horizontálními pruhy. V noci je bóje charakterizována blikajícím bílým světlem. [13]

3.2.3 Bezpečné vody

Bóje označující bezpečné vody je ujištěním, že v okolí nehrozí nebezpečí. Umísťuje se do osy plavebních kanálů. Kolem bóje je možné proplouvat v jakémkoliv směru. Vrcholovým znakem je jedna červená koule a bóje je zbarvená červeně s bílými pruhy. [13]



3.3 Speciální znaky

Žluté bóje s vrcholovým znakem ve tvaru kříže označují speciální oblasti nebo prvky na moři. Mohou označovat podmořské kabely, potrubí, zakázaný prostor a nebo hlubší část plavebního kanálu, který je splavný i loděmi s hlubokým ponorem. Přesná specifikace konkrétní bóje je zanesena v námořních mapách. Směr proplování kolem této značky je taktéž vyznačen v mapě. Nejsou určeny pro označování plavební dráhy nebo překážek a nebezpečí. Diagram nočního světla je různý. Nesmí však být stejný jako ostatní bóje. Pro přesnější specifikaci daného označení je možné využít piktogramy. [13]



Obr. 3.14: Speciální znaky [13]

3.4 List of lights

„List of lights” je publikace vydávaná americkou National Geospatial-Intelligence Agency. V této publikaci, která je týdně aktualizována lze najít všechny bóje na světě včetně jejich popisu. Zároveň jsou zde ve zvláštní části zahrnuty mlhové a rádiové signály. Existuje 7 variant této publikace. Každá varianta pak zahrnuje jinou část světových vod. Publikace jsou volně dostupné na internetu ke stažení. Varianty publikací jsou:

- Publikace 110: Grónsko, východní pobřeží Severní a Jižní Ameriky, Západní Indie
- Publikace 111: Západní pobřeží Severní a Jižní Ameriky, Austrálie, Tasmánie, Nový Zéland, ostrovy v Tichém oceánu

- Publikace 112: Západní Tichý oceán, Indický oceán, Perský záliv, Rudé moře
- Publikace 113: Západní pobřeží Evropy a Afriky, Středozevní moře, Černé moře, Azovské moře
- Publikace 114: Britské ostrovy, Lamanšský průliv, Severní moře
- Publikace 115: Norsko, Island a Severní ledový oceán
- Publikace 116: Baltské moře, Kattegat, Botnický záliv

U každé bóje je pak uvedeno:

- jednoznačné identifikační číslo,
- souřadnice,
- barva a perioda světla,
- výška,
- dosvit světla,
- stručný popis fyzických vlastností - oválné, hranaté a podobné,
- poznámka - například z jakých úhlů je bóje viditelná.

U každé bóje jsou uvedena 2 identifikační čísla. Jedno přidělené mezinárodní organizací IALA a druhé přidělené americkou organizací NGA. Obě tato čísla jsou sama o sobě jedinečná a obě jsou vázaná k jedné fyzické bóji. Publikace číslo 113 zahrnující mimo jiné Středozevní moře přesahuje 500 stran. [15]

3.5 Mapy

V námořních mapách lze nalézt umístění bóje a její typ (znak). Při plavbě do / z přístavu vyznačují tuto dráhu laterální znaky. Pokud je cesta k přístavu příliš členitá a nebyla by jasná optimální plavební dráha, lze v mapě nalézt šipku s doporučenou plavební dráhou. [16]

4 3D model bójí kardinálních znaků

Výsledkem bakalářské práce je vytištěný a elektrifikovaný 3D model bójí kardinálních znaků. Tento model odpovídá všem náležitostem bójí kardinálních znaků popsaných v teoretické části práce. Model je koncipovaný jako univerzální. Změnou barevného filamentu a orientací nebo typem vrcholových znaků lze dosáhnout vytištění jakékoliv bóje. Samozřejmě že je pak nutná i úprava programu pro osvětlení dle normy (E-110).

4.1 Modelářská část

Modely bójí byly vymodelovány v 3D modelovacím programu Blender. Každý model bóje se skládá ze tří válců navršených na sebe. Toto rozdělení je dáno barevným značením kardinálních znaků. Pro barevnou stálost a jednoduchost byly použity barevné filamenty podle barvy části bóje. Každá část bóje je tisknutá zvlášť a následně došlo ke spojení jednotlivých částí.

Všechny části jsou ze spodní strany duté a proto byly tisknuté obráceně. Byl tak ušetřen materiál a čas, který by byl využit pro tisk podpěr. V podstavě bóje je umístěn zdroj napájení, vypínač celého modelu bóje a přepínač módu bóje. V prostředním válci se pak nachází samotný mikrokontrolér. Celou bójí prochází kabelová cesta pro napájení LED diod (Light-Emitting Diode) ve vrchní části.

Elektroinstalace je nainstalovaná do podstavy ze spodní části. Otvor s bateriemi je chráněn poklopem, který je přišroubován do podstavy. Tento poklop je zapuštěn do podstavy a umožňuje tak stabilní stání bóje na rovné podložce.

Střední část bóje obsahuje kabelový průchod a samotný mikrokontrolér. V horní části bóje jsou umístěné LED diody. Celou bójí prochází závitová tyč, ke které jsou přišroubovány jednotlivé části bóje. Bóje tedy není lepená ani jinak spojená. Nejvhodnějším bodem bóje je uchycení vrcholových znaků, které jsou vystaveny potenciálně největší možnosti poničení. Ve vrcholových znacích je vyřezán metrický závit, který umožňuje našroubování znaku na tyč. V případě protáčení, či posouvání těchto vrcholových znaků je možné zajistit znaky matičkou.

4.2 Elektrotechnická část

Elektrifikace modelu bóje spočívá v naprogramování mikrokontroléru tak, aby rozsvěcoval LED diodu dle parametrů daných normou IALA E110.

Jako centrální řídicí prvek celé elektrifikace je zvolen mikrokontrolér Arduino Nano. Tento mikrokontrolér vyniká svými miniaturními rozměry a dostatečným výkonem pro uvažovanou aplikaci. Tento mikrokontrolér pracuje na logické úrovni 5V



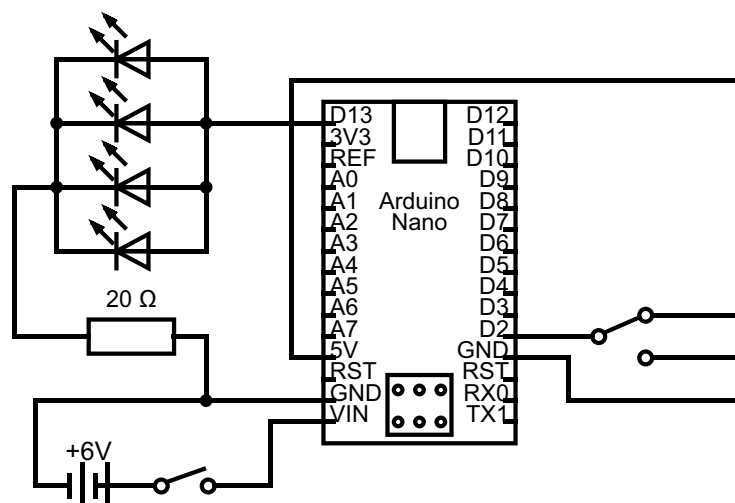
Obr. 4.1: Prototyp první verze vymodelované bóje

a vyžaduje napájení v rozsahu 6 - 12 V. Napájení pro mikrokontrolér zajišťují 4 kusy 1,5 V baterie. Tyto baterie byly zvoleny z důvodu dostupnosti, kapacity a relativně malých rozměrů. Napájecí obvod do mikrokontroléru je uzavřen přes spínač vyvedený v podstavě bóje.

Každý model bóje umí svítit v módech quick a very quick (viz kapitola 2.5 a 2.6). O rozhodování, jaký mód bude aktivní rozhoduje přepínač na povrchu bóje. Výstup tohoto přepínače je digitálním vstupem do mikrokontroléru, který spustí příslušný mód. Výstupem z mikrokontroléru jsou 4 LED diody na vrcholu bóje. Světelné zdroje jsou voleny s vysokým rozptylem a tubus LED diody je dlouhý. Tyto optické parametry zajišťují, že model bude viditelný a bude plnit funkci demonstrátoru i při denním světle.

4.3 Programová část

Programová část bakalářské práce se skládala z vytvoření programu pro řízení světél bójí. Každá z bójí má jiný rytmus světél a proto je program pro každou bóji svým způsobem unikátní.



Obr. 4.2: Schéma zapojení

Program běží v nekonečné smyčce. Na začátku smyčky probíhá dotaz, zda je na digitálním vstupu D 2 napětí. Pokud je na tento vstup přiváděno napětí +5 V je bóje v módu quick. Pokud není na digitálním vstupu napětí, a vstup je tedy propojen na pin GND je bóje v módu very quick. Po vyhodnocení, kterým módem bude bóje svítit následují příkazy na rozsvěcení a zhasnutí LED diod v daném rytmu dle typu bóje

Módy quick a very quick lze libovolně přepínat za běhu programu, avšak vždy dojde k dokončení dané sekvence v aktuálním módu a poté automaticky začne nová sekvence v již přepnutém módu. Výstupem programu je poté ovládání digitálního výstupu D13, ke kterému jsou připojené LED diody.

Mikrokontroléry v jednotlivých bójích jsou na sobě nezávislá a v každém z nich je uložen program pouze danou bójí. Není tak možné, aby došlo k výběru špatného rytmu světla pro daný kardinální znak. Celkově jsou využity dva digitální piny, jeden pro vstup ovládacího signálu, druhý pro ovládání LED diod.

4.4 Možnosti rozšíření

Elektrotechnická část bójí lze rozšířit o možnost centrálního řízení bójí bezdrátově po WiFi (Wireless Fidelity). Při použití vzdáleného řízení vyvstává problematika, které řízení má vyšší prioritu. Zda lokální, nebo vzdálené. Tato problematika lze řešit dvěma způsoby. Prvním způsobem je odstavení přepínače quick / very quick. Po zapnutí mikrokontroléru by se ve výchozím stavu spustil jeden předdefinovaný mód (například quick) a ten by nešel lokálně změnit. Jedinou možností na změnu by bylo bezdrátové řízení.

Druhou variantou je pak přidání dalšího přepínače na tělo bóje. Tento přepínač by zapínal a nebo vypínal připojení k bezdrátovému řízení. V případě zapnutého bezdrátového řízení by byla bóje kontrolovaná vzdáleným kontrolérem. Lokální přepínání módů by bylo ignorováno. V případě vypnutí vzdáleného řízení by se aktivoval lokální přepínač módů a bóje by se dala řídit lokálně.

Třetí variantou je vytvoření bóje pouze s bezdrátovým řízením. Na bóji by se tak nacházel jen vypínač pro zapnutí a vypnutí napájení. Při vzdáleném řízení bójí je doporučeno vytvoření setu bójí používaných v rámci jedné výuky. V případě nutnosti variabilního rozšíření by bylo nutné přeprogramovat dané bóje. Oba níže navržené modely pracují s technologií WiFi v pásmu 2,4 GHz. Jedná se o bezlicenční frekvenční pásmo, které negarantuje stálost rádiových podmínek, a to zejména z důvodu využívání tohoto pásma pro více bezdrátových komunikačních technologií.

4.4.1 Mikrokontrolér Node MCU

První variantou je využití mikrokontroléru Node MCU Lua ESP8266 CH340 WiFi. Tento mikrokontrolér disponuje integrovaným WiFi čipem. Není tedy nutné dokupovat a zapojovat další jednotku pro komunikaci. Zároveň tento mikrokontrolér lze použít jako webový server. Je tedy možné, ovládat bóji vzdáleně pomocí chytrého telefonu, či jiného zařízení s požadovanou konektivitou. Další možností kontroly nad bójemi je vytvoření fyzického ovladače, který bude sloužit jako server a ostatní jednotky v bójích se k němu budou připojovat. Tato varianta bude umožňovat hromadné řízení více bójí najednou. Taktéž je možné tento mikrokontrolér využít pro řízení na platformě Blynk. [14]

Nevýhodou tohoto mikrokontroléru jsou jeho fyzické rozměry. Délkově je přibližně shodný s Arduino Nano, avšak šířkově je dvojnásobný. I přes tuto velikost je možné tento mikrokontrolér umístit do vymodelované bóje. Pokud bychom však chtěli modely zmenšit, mohl by nastat problém s umístěním mikrokontroléru. Cena tohoto modelu (285 Kč) je přibližně dvojnásobná oproti základnímu modelu Arduino Nano (135 Kč). Proto se tento model nevyplatí pro základní, lokální řízení bójí. [5]
[1]

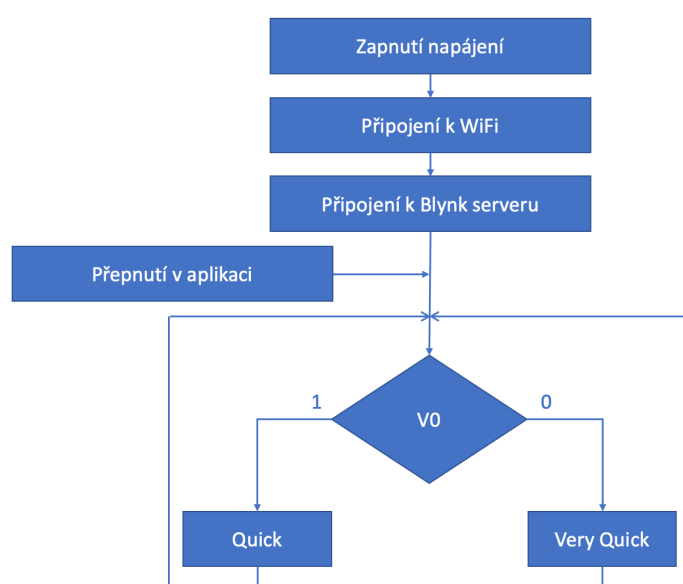
4.4.2 Arduino Nano s rozšiřující deskou NRF24L01

Druhou variantou hromadného řízení bójí je využití použitého Arduino Nano spolu s rozšiřujícím modulem NRF24L01. Tento WiFi modul zabezpečuje bezdrátový přenos dat mezi dvěma a nebo více Arduino deskami. Diskutovaný model slouží pouze ke komunikaci mezi Arduino deskami a nelze ho připojit k externímu WiFi routeru nebo pracovní stanici. Nelze tedy ovládat Arduino pracovní stanicí.

Výhodou modelu NRF24L01 je nižší cena a malé rozměry. Nevýhodou je nutnost propojení dvou desek a výše zmíněné omezení komunikace mezi Arduinem a pracovním terminálem. [2]

4.5 Rozšíření s Node MCU ESP8266

Pro testování možností vzdáleného ovládání bójí byl zvolen mikrokontrolér Node MCU ESP8266. Tento mikrokontrolér se jeví jako nejjednodušší varianta pro dálkové ovládání chytrým mobilním telefonem. Jelikož má bezdrátové řízení smysl pro dvě a více bójí je navržené řešení koncipované pro ovládání všech bójí najednou.



Obr. 4.3: Vývojový diagram programového kódu pro rozšíření

Jako řešení pro bezdrátové a hromadné ovládání jsem zvolil použití s aplikací Blynk s externím WiFi routerem. V programu pro mikrokontrolér je přesně specifikované jméno a heslo pro přístupový bod. Po zapnutí se tedy mikrokontroléry automaticky připojí k danému přístupovému bodu. Každá bóje je pak unikátně identifikovaná svým tokenem, který je generován aplikací Blynk a je taktéž umístěn v programovém kódu. V aplikaci si lze vytvořit skupinu pro všechny bóje. Na tuto skupinu pak lze aplikovat hromadný přepínač stavů 0 a 1. Programy v jednotlivých kontrolérech čekají na prvotní pokyn na virtuálním portu V0. Po změně stavu na tomto portu tak dojde ke spuštění programu. Se změnou stavu virtuálního portu pak dojde ke změně módu. [11]

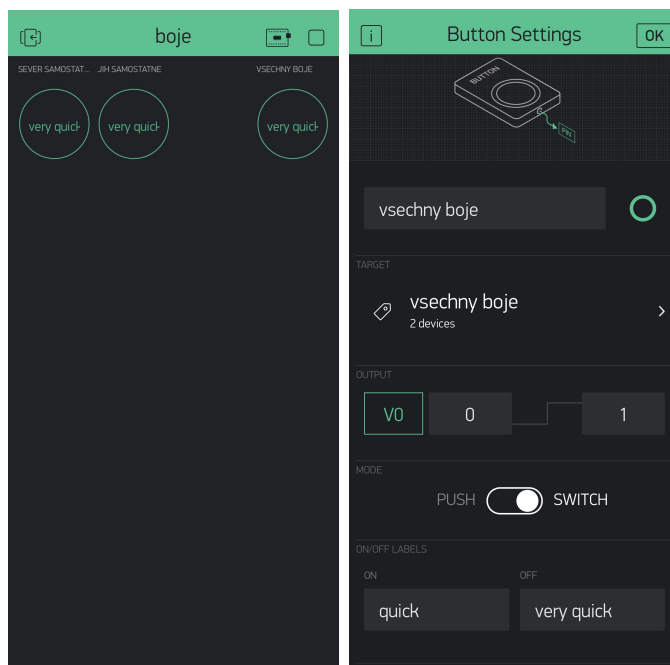
Výhodou i nevýhodou použití řešení s aplikací Blynk je nutnost připojení k Internetu. Tato podmínka umožňuje ovládat bóje z jakéhokoli místa, bez nutnosti veřejné IP (Internet protocol) adresy či připojení všech prvků do stejné LAN (Local Area Network).

Pokud by bylo nutné používat bóje v offline módu lze do LAN nainstalovat Blynk server a v programovém kódu jednotlivých bójí pak specifikovat IP adresu tohoto serveru a port. Vyhnete se tak nutnosti připojení k internetu a veškeré řízení bude probíhat po LAN. [3] V tomto řešení se neuvažuje lokální přepínání módů přepínačem, ale pouze řízení z aplikace.

4.5.1 Aplikace Blynk

Aplikace Blynk je komerční aplikace pro IoT (Internet of Things). Není vázaná na konkrétní platformu a lze ji využít na všech známých a dostupných zařízeních. Aplikace umožňuje ovládat jednotlivé mikrokontroléry, ale také zobrazovat a graficky interpretovat data, která jednotlivé kontroléry získají. [4]

Zároveň v ní lze jednoduše ovládat jednotlivé mikrokontroléry a nebo je spojit do skupin a tyto skupiny ovládat jedním tlačítkem. Níže je přiložena ukázka z aplikace Blynk. Ukázka je tvořena pro dvě bóje, avšak lze rozšířit na libovolné množství bójí. Tlačítka umístěnými v levé části se řídí jednotlivé bóje samostatně a tlačítko vpravo je pro řízení všech bójí. [12] [8]



Obr. 4.4: Aplikace Blynk

Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou námořních bójí a jejich typech a specifikách.

V teoretické části práce byla diskutována historie a vývoj až k současnému stavu. Následuje problematika fyzického vzhledu bójí, normování barev světla a těla bójí, definice intenzity světla a informace o mlhových signálech. Hlavním bodem teoretické části je definice a rozdělení světelné signalizace podle rytmu světla. Ke každému rytmu světla je uveden jeho popis, hlavní znaky a diagram jedné či více period. Závěr teoretické části je věnován samotným typům bójí, jejich specifikaci a použití.

Výsledkem této bakalářské práce jsou zmenšené funkční modely bójí vytištěné na 3D tiskárně. Tyto modely budou sloužit pro simulaci situací, při výuce budoucích námořních kapitánů. Tyto modely jsou svým zbarvením i svým světlem shodné s bójemi na moři. Výstupní vymodelovaná bóje je v základní variantě lokálního řízení elektroniky.

Při vývoji modelů bóje došlo k postupným změnám konstrukce až k aktuálnímu provedení. Postupně docházelo k odstraňování přebytečného materiálu z modelu tak, aby náklady na tisk byly co nejmenší a naopak docházelo ke zvýšení konstrukční odolnosti bóje. Taktéž se postupně měnily hlavní nosné prvky bóje. Od kompletního 3D tisku, přes varianty odnímatelných vrcholových znaků po aktuální verzi se závitovou tyčí, jakožto s nosným prvkem konstrukce.

Elektronika v modelu taktéž prošla postupným vývojem. Základní model mikrokontroléru a typu řízení se po úvodním průzkumu trhu a dostupných možnostech neměnil. Postupný vývoj a testování proběhlo při výběru LED diod. Na začátku bylo nakoupeno několik různých variant s různými optickými vlastnostmi. Výběrem tak bylo tak dosaženo optimálních pozorovacích vlastností jak za použití během dne, tak za tmy.

Navržené modely bójí je možné upravit výměnou mikrokontroléru s podporou bezdrátové konektivity. Touto výměnou lze přidat funkcionalitu bezdrátového řízení. Hlavní výhodou je tak možnost hromadného přepínání módů bójí. Při této výměně však je nutné uvažovat i nevýhody, které bezdrátové řízení má. Hlavním problémem je jaký přepínač bude mít vyšší prioritu. Zda lokální a nebo bezdrátový.

Literatura

- [1] Arduino Nano V3.0 ATmega328 16M 5V CH340G základni deska: dratek.cz.
URL <https://dratek.cz/arduino/1164-arduino-nano-v3.0-atmega328-16m-5v-ch340g-klon.html>
- [2] Arduino WIFI modul NRF24L01: dratek.cz.
URL <https://dratek.cz/arduino/892-2-4-ghz-modul-nrf24l01.html>
- [3] Blynk-server.
URL <https://github.com/blynkkk/blynk-server>
- [4] Documentation for blynk, the most popular iot platform for businesses.
URL <https://docs.blynk.cc/>
- [5] NodeMcu Lua ESP8266 CH340 WI-fi: dratek.cz.
URL <https://dratek.cz/arduino/1235-nodemcu-lua-esp8266-ch340-wi-fi.html>
- [6] Význam bójí.
URL <https://www.skolajachtingu.cz/cz/rady-a-zajimavosti/znate-vyznam-boji/>
- [7] Rhythmic characters of lights on aids to navigation E-110. 2016.
URL <https://www.iala-aism.org/product/rhythmic-characters-of-lights-on-aids-to-navigation-e-110/>
- [8] Mar 2017.
URL <https://www.youtube.com/watch?v=FhS44hGk1Lc>
- [9] R0108 ed4 Surface colours used as visual signals on marine aids to navigation. 2017.
URL <https://www.iala-aism.org/product/surface-colours-used-as-visual-signals-on-aids-to-navigation-e-108/>
- [10] R0202 Ed2 Marine signal lights calculation definition and notation of luminous range. 2017.
URL <https://www.iala-aism.org/product/marine-signal-lights-part-2-calculation-definition-and-notation-of-luminous-range-200/>
- [11] Simple Led Control With Blynk and NodeMCU Esp8266 12E. Sep 2017.
URL <https://www.instructables.com/Simple-Led-Control-With-Blynk-and-NodeMCU-Esp8266-/>

- [12] SimpleTimer and Delay() question. Jun 2017.
URL <https://community.blynk.cc/t/simpletimer-and-delay-question/15447/5>
- [13] The IALA Maritime buoyage system. 2017.
URL <https://www.iala-aism.org/product/r1001-iala-maritime-buoyage-system/>
- [14] Build an ESP8266 Web Server - Code and Schematics (NodeMCU). Aug 2019.
URL <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-web-server/>
- [15] List of lights. 2020.
URL <https://msi.nga.mil/Publications/NGALOL>
- [16] Bartlett, T.: *RYA navigace*. Brno: Asociace PCC (APC), c2011, ISBN 978-80-903294-9-2.

5 Obsah elektronické přílohy

Elektronickou přílohou bakalářské práce jsou jednotlivé soubory umožňující vytištění jednotlivých bójí a programy pro mikrokontroléry.

```
/ ..... Kořenový adresář přiloženého zip souboru
├── AlesMichalekBP.pdf ..... Elektronická verze práce
├── Arduino/ ..... Programy pro Arduno Nano, použití při lokálním řízení
│   ├── jih/
│   │   └── jih.ino
│   ├── sever/
│   │   └── sever.ino
│   ├── vychod/
│   │   └── vychod.ino
│   └── zapad/
│       └── zapad.ino
├── LaTeX/ ..... Zdrojový kód pro text práce
│   ├── logo/
│   ├── obrazky/
│   ├── pdf/
│   └── text/
├── Modely/ ..... Modely umožňující vytištění bóje na 3D tiskárně
│   ├── horni_valec.stl
│   ├── kryt_podstavy.stl
│   ├── podstava.stl
│   ├── spodni_valec.stl
│   └── vrcholovy_znak.stl
└── NodeMCU/ ..... Programy pro Node MCU, použití s aplikací Blynk
    ├── jih/
    │   └── jih.ino
    ├── sever/
    │   └── sever.ino
    ├── vychod/
    │   └── vychod.ino
    └── zapad/
        └── zapad.ino
```